

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Restoran adalah suatu tempat yang identik dengan jajaran meja-meja yang tersusun rapih, dengan kehadiran orang, timbulnya aroma semerbak dari dapur dan pelayanan para pramusaji, berentingnya bunyi-bunyian kecil karena persentuhan gelas-gelas kaca, porselin, menyebabkan suasana hidup di dalamnya (*pengantar akomodasi dan restoran, hal. 77*). Menurut Soekresno (2000), dilihat dari pengelolaan dan sistem penyajian, restoran dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) yaitu:

a. Restoran Formal

Restoran formal adalah industri jasa pelayanan makanan dan minuman yang dikelola secara komersial dan profesional dengan pelayanan yang eksklusif. Contoh : member restoran, gourmet, main dining room, grilled restoran, exsekutive restoran dan sebagainya.

b. Restoran Informal

Restoran informal adalah industri jasa pelayanan makanan dan minuman yang dikelola secara komersial dan profesional dengan lebih mengutamakan kecepatan pelayanan, kepraktisan, percepatan frekuensi yang silih berganti pelanggan. Contoh : cafe, cafeteria, fast food restoran, coffee shop, bistro, canteen, tavern, family restaurant, pub, service corner, burger corner, dan snack bar.

c. Specialites Restoran

Specialities restoran adalah industri jasa pelayanan makanan dan minuman yang dikelola secara komersial dan profesional dengan menyediakan makanan khas dan diikuti dengan sistem penyajian yang khas dari suatu negara tersebut. Contoh: Indonesian food restaurant, Chinese food restaurant, Japanese food restaurant dan sebagainya.

Pada era sekarang ini, persaingan di bisnis restoran semakin ketat. Selain rasa masakan dan kualitas pelayanan, konstruksi bangunannya juga sangat penting. Konstruksi suatu bangunan harus memenuhi 5 syarat yaitu :

- a. Kuat dan awet, dalam arti tidak mudah rusak sehingga biaya pemeliharaan menjadi murah.
- b. Fungsional, dalam arti bentuk, ukuran dan organisasi ruang memiliki kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- c. Indah, dalam arti bentuknya enak dipandang mata
- d. Hygienis, dalam arti sirkulasi udara dan cahayanya cukup sehingga penghuni merasa nyaman dan sehat.
- e. Ekonomis, dalam arti tidak terdapat pemborosan sehingga pembiayaan menjadi efisien dan efektif.

## **1.2. Rumusan Masalah**

- a. Bagaimana metode merencanakan suatu konstruksi bangunan yang kuat dan awet ?
- b. Berapa rencana anggaran biaya yang dibutuhkan ?

## **1.3. Maksud dan Tujuan**

- a. Mahasiswa mengetahui dan dapat mengaplikasikan metode perencanaan suatu konstruksi bangunan yang kuat, dan awet.
- b. Mahasiswa dapat mengetahui dan memperhitungkan berapa besar anggaran biaya yang dibutuhkan.

## **1.4. Kriteria Perencanaan**

### **a. Spesifikasi Bangunan**

- 1) Fungsi Bangunan : Restoran
- 2) Luas Bangunan :  $\pm 1650 \text{ m}^2$ .

- 3) Jumlah Lantai : 2 lantai.
- 4) Elevasi Lantai : 4 m.
- 5) Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja.
- 6) Penutup Atap : Genteng metal.
- 7) Pondasi : *Foot Plat.*

b. Spesifikasi Bahan

- 1) Mutu Baja Profil : BJ-37.
- 2) Mutu Beton ( $f'_c$ ) : 25 MPa.
- 3) Mutu Baja Tulangan ( $f_y$ ) : Polos : 240 MPa.  
Ulir : 340 MPa.

## 1.4. Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
- b. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung (1983).
- d. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971).

## 1.5. Dasar Perencanaan

### 1.5.1. Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**, beban-beban tersebut adalah :

### 1. Beban Mati (qd)

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung. Untuk merencanakan gedung, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

#### a) Bahan Bangunan

1. Beton bertulang ..... 2400 kg/m<sup>3</sup>
2. Pasir..... 1800 kg/m<sup>3</sup>
3. Beton biasa..... 2200 kg/m<sup>3</sup>

#### b) Komponen Gedung

1. Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
  - Semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4 mm ..... 11 kg/m<sup>2</sup>
  - Kaca dengan tebal 3 – 4 mm ..... 10 kg/m<sup>2</sup>
2. Penggantung langit- langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m ..... 7 kg/m<sup>2</sup>
3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal ..... 24 kg/m<sup>2</sup>
4. Adukan semen per cm tebal ..... 21 kg/m<sup>2</sup>
5. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk..... 50 kg/m<sup>2</sup>
6. Dinding pasangan batu merah setengah bata ..... 1700 kg/m<sup>2</sup>

### 2. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung

itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (**PPIUG 1983**). Untuk merencanakan gedung ini beban hidup yang kita gunakan sesuai acuan **PPIUG 1983**, yang dijelaskan pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1.** Beban hidup

1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik, atau bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
4	Tangga, bordes, dan gang yang disebut dalam c	300 kg/m <sup>2</sup>

Sumber : PPIUG 1983

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel 1.2.

**Tabel 1.2.** Koefisien reduksi beban hidup

No.	Penggunaan Gedung	Koefesien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
1.	PERUMAHAN/HUNIAN	0,75
	Rumah Sakit, Poliklinik	
2.	PERTEMUAN UMUM	0,90
	Ruang Rapat, R. Pagelaran, Musholla	
3.	PENYIMPANAN	0,80
	Perpustakaan, Ruang Arsip	
4.	PERDAGANGAN	0,80
	Toko, Toserba, Pasar	
5.	TANGGA	0,75
	Rumah Sakit, Poliklinik	
6.	KANTOR	0,60
	Kantor, Bank	

Sumber : PPIUG 1983

### 3. Beban Angin (W)

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (**PPIUG 1983**). Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam  $\text{kg/m}^2$  ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum  $25 \text{ kg/m}^2$ , kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$ .

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

#### 1. Dinding Vertikal

- a) Di pihak angin ..... + 0,9
- b) Di belakang angin ..... - 0,4

#### 2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan $\alpha$

- a) Di pihak angin :  $\alpha < 65^\circ$  .....  $0,02 \alpha - 0,4$   
 $65^\circ < \alpha < 90^\circ$  ..... + 0,9
- b) Di belakang angin, untuk semua  $\alpha$  ..... - 0,4

### 1.5.2. Sistem Kerja Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya, atau dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih kecil. Dengan demikian sistem kerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut; Beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

### 1.5.3. Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton **SNI 03-2847-2002**, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi ( $\phi$ ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedangkan kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

**Tabel 1.3.** Faktor Pembebanan U

KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
D	1,4 D
D, L, A,R	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
D, L,W, A, R	1,2 D + 1,0 L $\pm$ 1,6 W + 0,5 (A atau R)
D, W	0,9 D $\pm$ 1,6 W
D, L, E	1,2 D + 1,0 L $\pm$ 1,0 E
D, E	0,9 D $\pm$ 1,0 E

Sumber : SNI 03-2847-2002

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

R = Beban air hujan

W = Beban angin

E = Beban gempa

A = Beban atap

**Tabel 1.4.** Faktor Reduksi Kekuatan  $\phi$ 

<b>GAYA</b>	<b><math>\phi</math></b>
Lentur tanpa beban aksial	0,8
Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,8
Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	
Komponen dengan tulangan spiral	0,7
Komponen lain	
> Geser dan torsi	0,65
> Tumpuan beton	0,75

Karena kandungan agregat kasar untuk beton struktural seringkali berisi agregat kasar berukuran diameter lebih dari 2 cm, maka diperlukan adanya jarak tulangan minimum agar campuran beton basah dapat melewati tulangan baja tanpa terjadi pemisahan material sehingga timbul rongga–rongga pada beton. Sedangkan untuk melindungi dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka diperlukan adanya tebal selimut beton minimum.

Beberapa persyaratan utama pada pedoman beton **SNI 03-2847-2002** adalah sebagai berikut :

- Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari  $d_b$  atau 25 mm, dimana  $d_b$  adalah diameter tulangan
- Jika tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapisan atas harus diletakkan tepat diatas tulangan di bawahnya dengan jarak bersih tidak boleh kurang dari 25 mm

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor ditempat adalah:

- Untuk pelat dan dinding = 20 mm
- Untuk balok dan kolom = 40 mm
- Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca. = 50 mm



#### 1.5.4. Perencanaan Atap

1. Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
  - Beban mati
  - Beban hidup
  - Beban angin
2. Asumsi Perletakan
  - Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
  - Tumpuan sebelah kanan adalah Rol.
3. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2002**.

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda-kuda:

##### a. Batang tarik

$$Fn = \frac{P_{mak}}{\sigma_{ijin}}$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{2}{3} \times (\sigma = 2400 \text{ kg/cm}^2) = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \times Fn \text{ ( < F Profil )}$$

Dengan syarat  $\sigma \text{ terjadi} \leq 0,75 \sigma \text{ ijin}$

$$\sigma \text{ terjadi} = \frac{P_{mak}}{0.85.F_{profil}}$$

##### b. Batang tekan

$$\lambda = \frac{lk}{i_x}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{leleh}}} \quad \text{..... dimana, } \sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

$$\text{Apabila } \lambda_s \leq 0,25 \longrightarrow \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_s < 1,2 \longrightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_s}$$

$$\lambda_s \geq 1,2 \longrightarrow \omega = 1,25 \cdot \lambda_s^2$$

kontrol tegangan :

$$\sigma = \frac{P_{maks.} \cdot \omega}{F_p} < \sigma_{ijin} = 0,75 \cdot 1600 \text{ kg/cm}^2$$

#### 1.5.5. Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (**PPIUG 1989**) dan **SNI 03-2847-2002** dan analisis struktur menggunakan perhitungan **SAP 2000**.

Sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

- Tumpuan bawah adalah Jepit.
- Tumpuan tengah adalah Jepit.
- Tumpuan atas adalah Jepit.

Perhitungan untuk penulangan tangga

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana,  $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot x \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85.f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

### 1.5.6. Perencanaan Pelat Lantai

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>

2. Asumsi Perletakan : jepit penuh

3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **PPIUG 1983**

4. Analisa tampang menggunakan **SNI 03-2847-2002**

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

1. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm
2. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau 2h

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana,  $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

### 1.5.7. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan
2. Asumsi perletakan : Jepit-jepit
3. Analisa struktur pada perencanaan ini menggunakan program **SAP 2000**
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana,  $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

$$\Phi V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c \text{ (perlu tulangan geser)}$$

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c \text{ (tidak perlu tulangan geser)}$$

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c \text{ (pilih tulangan terpasang)}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s} \text{ (pakai } V_s \text{ perlu)}$$

### 1.5.8. Perencanaan Portal

1. Pembebanan
2. Asumsi Perletakan
  - Jepit pada kaki portal
  - Bebas pada titik yang lain
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$\text{dimana, } \phi = 0,80$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c \text{ (perlu tulangan geser)}$$

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c \text{ (tidak perlu tulangan geser)}$$

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c \text{ (pilih tulangan terpasang)}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s} \text{ (pakai } V_s \text{ perlu)}$$

### 1.5.9. Perencanaan Pondasi

1. Pembebanan : Beban aksial dan momen dari analisa struktur portal akibat beban mati dan beban hidup
2. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \sigma_{\text{tanah terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \text{ (AMAN)}$$

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot x d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0036$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot x d$$

Perhitungan tulangan geser :

$$V_u = \sigma \times A_{\text{efektif}}$$

$$\phi = 0,75$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c \text{ (perlu tulangan geser)}$$

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c \text{ (tidak perlu tulangan geser)}$$

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c \text{ (pilih tulangan terpasang)}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s} \text{ (pakai } V_s \text{ perlu)}$$